# Einige Bemerkungen über den Mond

von

**Eduard Suess,**
w. M. k. Akad.

I. Die Beurtheilung des Baues der Mondoberfläche durch den Geologen ist bis vor Kurzem sehr grossen Schwierigkeiten begegnet. Gewohnt, sein Auge, sei es auf einer geologischen Karte, sei es auf einer weiten Landschaft oder einer Bergmasse, oder auf einem Gesteinsstücke ruhen zu lassen, konnte er prüfend die Eindrücke vergleichen, welche die Beobachtung ihm lieferte. Anders sind die Bilder beschaffen, welche der Mond im Fernrohre liefert, überaus mannigfaltig, wechselnd je nach der Beleuchtung, oft zweifelhaft im Umrisse, und auch die besten Karten waren bisher niemals ganz frei von der persönlichen Auffassung des Verfassers. Die ausserordentlichen Fortschritte, welche die Photographie auf diesem Gebiete erlangt hat, beginnen die Sachlage völlig zu verändern. Die vorzüglichen Aufnahmen der californischen Lick-Sternwarte in den Vergrösserungen der Herren Prof. Weinek in Prag und Prinz in Brüssel, dann die prachtvollen Bilder der Herren M. Loewy und Puiseux an der Pariser Sternwarte, gleichfalls vergrössert von Prof. Weinek, bieten dem Geologen eine unvergleichlich viel vollständigere Unterlage. Von solchen Bildern ist mir bei Abfassung der nachfolgenden Zeilen eine beträchtliche Auswahl vorgelegen, für deren Mittheilung ich zumeist Herrn Prof. Weinek verpflichtet bin. Herrn Dr. Prinz habe ich für die Übersendung der bisher erschienenen Blätter seines Atlas des Mondes zu danken. Die Aufnahmen sind hier als LW (Lick-Weinek), LP (Lick-Prinz) und PW (Paris-Weinek) bezeichnet.

Diese Fortschritte in der Darstellung bezeichnen eine neue Phase der Selenologie, und die genauere Kenntniss von den Vulcanen des Mondes ist ohne Zweifel auch von grosser Bedeutung für das richtigere Verständniss des tellurischen Vulcanismus. Die Zahl der hervortretenden Fragen ist aber eine sehr grosse. Die photographischen Bilder, welche mir zur Verfügung stehen, zeigen die Objecte fast ausnahmslos nur in einer Beleuchtung, während zum mindesten zwei Aufnahmen in verschiedenem Mondalter erwünscht wären. Es gibt Vorkommnisse, welche, wenn auch minder auffallend, für den Geologen von weit höherem Interesse sind als andere. Auf solche Vorkommnisse hinzuweisen und eine Reihe von Fragen zu stellen, ist das bescheidene Ziel dieser Schrift.

Wo so viele unbekannte Elemente in die Beurtheilung eintreten, ist es unerlässlich, dass vorläufig das eine oder das andere durch eine Hypothese eliminirt werde. Wir setzen die Hypothese, dass eine gewisse Übereinstimmung herrsche zwischen den mineralischen Stoffen auf der sichtbaren Oberfläche des Mondes und den vulcanischen Felsarten der Erde.

Unter dieser Voraussetzung ergibt sich sogleich, dass, da unsere basaltischen Felsarten, wie z. B. die noch öfter zu erwähnenden Laven von Hawaii bis 3·3 sp. Gew. erreichen, das Gewicht des gesammten Mondkörpers aber nur 3·4 ist, an der Oberfläche des Mondes mit grosser Wahrscheinlichkeit nur unsere leichteren, sauren Felsarten vermuthet werden dürfen.

Es ist aber ferner zu bedenken, dass, welches auch die Ursachen der magmatischen Differentiation der irdischen Laven in der Tiefe sein mögen, dem Gewichte dabei irgend eine gewisse Rolle zufallen muss. Da nun auf dem Monde die Schwere nur beiläufig den sechsten Theil der Schwere auf der Erde beträgt, ändert sich die Differenz. Nehmen wir z. B. einen Anorthit-Basalt vom Lavafelde Odádahraun auf Island mit sp. Gew. 2·971 (Sartorius) und einen hellgrauen Rhyolith von der Baula (Island) mit sp. Gew. 2·572 (Schirlitz) oder noch besser zwei gleich grosse cubische Blöcke dieser Felsarten, von denen einer 2971 *kg* und der andere 2572 *kg* wiegt. Die Differenz beträgt 399 *kg*. Auf dem Monde ist die Gewichtsdifferenz nur 66·5 *kg*, und keines der beiden Gesteine erreicht auch nur die

Hälfte des Gewichtes des Wassers auf der Erde. Die Wirkung der Schwere auf die Differentiation kann daher auf dem Monde nicht so gross sein als auf der Erde.

Unter den directen Versuchen, dieser Frage näher zu treten, sind jene des Herrn Landerer über den Polarisationswinkel der Mondoberfläche zu erwähnen. Die grossen grauen Flächen, wie sie im Mare Nectaris, Crisium, Fecunditatis und Tranquillitatis auftreten und das Gebiet zwischen dem Mare Humorum und M. Imbrium bilden, ergaben den Polarisationswinkel 33°17″. Dieselbe Methode der Beobachtung, auf irdische Felsarten angewendet, zeigte, um nur wenige Beispiele zu nennen: Basalt 31°43″; Trachyt 32°16″; Andesit 32°50″; Vitrophyr 33°18″; Hyalomelan 33°39″; Obsidian 33°46″ und Eis 37°20″. Hieraus schliesst Landerer auf eine Ähnlichkeit der Zusammensetzung dieser Theile des Mondes mit dem untersuchten Vitrophyr oder einem nahestehenden sauren vulcanischen Gestein.[1]

Die allgemeinen Verhältnisse auf der Mondoberfläche, welche neben der geringen Schwere hier zunächst noch in Betracht kommen, sind: Der Mangel einer Atmosphäre, welche wie auf der Erde auf dem Orte der Explosion lastet und welche den Schmelzpunkt und den Verdampfungspunkt abändert. — Die geringe Temperatur der jeweiligen Nachtseite des Mondes, welche die Form der Erstarrung beeinflusst. — Die grosse Differenz der Tages- und Nachttemperatur, welche viele Felsarten zersprengen und grosse Theile der Oberfläche mit einem Meere von Splittern überdecken mag.

Indem ich nun zu Einzelheiten schreite, möchte ich vorausschicken, dass ein nicht geringer Theil der nachfolgenden Vergleiche und Vermuthungen mit jenen Ergebnissen übereinstimmt, welche Prof. Dana vor bald einem halben Jahrhunderte

---

[1] Der untersuchte Vitrophyr war ein schwarzes, aus dem Rhodope-Gebirge stammendes Gestein, welches grosse Krystalle von Sanidin, Magnetit und Hornblende in einer fluidalen, nicht perlitischen Grundmasse zeigt. J. J. Landerer, Sur l'angle de Polarisation de la Lune; Comptes rend., 1889, b, p. 360 und Sur l'angle de Polarisation des roches ignées et sur les premières déductions sélénolog. qui s'y rapportent; ebendas. 1890, b, p. 210. — Stan. Meunier nahm an, dass schlackige trachytische Felsarten auf dem Monde und daneben ebene, ergossene Massen vorhanden seien; Le Ciel Géolog., p. 50.

veröffentlicht hat. Als derselbe von seiner ersten Reise nach Hawaii zurückgekehrt war, hatte er bereits die Ähnlichkeit der dortigen Vulcane mit jenen des Mondes und manche andere Eigenthümlichkeit richtig erkannt. Dem hochverdienten Gelehrten mag es nun eine seltene Befriedigung gewähren, zu sehen, bis zu welchem Grade die heutige genauere Methode der Beobachtung seine damaligen Annahmen bestätigt.[1]

II. Die Umgebung von Neapel ist oft mit der Oberfläche des Mondes verglichen worden. Die phlegräischen Felder würden bei scharfer einseitiger Beleuchtung einige Ähnlichkeit zeigen. Man betrachte z. B. die Darstellung derselben bei Poulett Scrope und bei Nasmyth und Carpenter.[2] Manches allerdings würde anders aussehen, als auf diesem schematisirten Bilde. Soccavo und Pianura, sowie der vor denselben liegende Abhang bis zur Spina würden nur als halbe Becher erscheinen und zu ihnen würde sich der flache Becher des Quarto gesellen, aber Nisida, Astroni, Solfatara, Campiglione, M. Nuovo, der Averner See würden als Krater deutlich hervortreten. Insbesondere der etwas elliptische Astroni mit seinem rings geschlossenen, aus Trachytblöcken, Bimsstein und Pechstein aufgehäuften Walle, dem kleinen mittleren Kegel der Coffanella, der erstarrten trachytischen Lava zwischen der Coffanella und dem äusseren Ringe würde grosse Ähnlichkeit mit gewissen lunaren Gestaltungen bieten.

Dieses ist aber nur ein Theil der thatsächlich vorhandenen Ähnlichkeit.

Stellen wir uns die phlegräischen Felder nicht in seitlicher, sondern in voller Beleuchtung, im Zustande des Mittags oder der Vollerde vor. Die Schlagschatten und mit ihnen das Relief sind verschwunden; Astroni, M. Nuovo und die anderen Kraterberge sind nicht sichtbar, aber aus dem hellen Bilde leuchtet ein vereinzelter weisser, noch hellerer Fleck hervor. Es ist das Alaunfeld in der Tiefe der Solfatara, umgeben von den durch die sauren Dämpfe gebleichten Trachytfelsen des inneren Krater-

---

[1] James D. Dana, On the Volcanoes of the Moon; Ann. Journ. Science, 1846, 2. ser., II, p. 335—355.

[2] Paul Scrope, Volcanos; 2. ed., 1862, p. 232; J. Nasmyth and J. Carpenter, The Moon, 4°, 1874, pl. VI.

randes. Wir werden sofort an ähnliche weisse Flecken erinnert, welche auf dem von der Sonne beleuchteten und sogar auch auf dem nur im Erdlichte stehenden Theile der Mondscheibe sichtbar sind. Diese weissen Flecken kommen nur einzelnen Mondkratern zu, so wie auch auf der Erde nur einzelne Vulcane einen hellen Fleck zeigen würden.

Bekanntlich haben die Selenographen seit Schröter die Abstufungen der Helligkeit einzelner Stellen auf dem Monde durch eine zehntheilige Scala auszudrücken versucht. Beer und Mädler haben die zehntheilige Scala angenommen, jedoch eine genauere Anpassung derselben an die sichtbaren Objecte versucht. Neison hat eine lehrreiche Übersicht gegeben, auf welche ich hinweise.[1] 0° sind die dunkeln Schatten; 1°, ein fast schwarzes Grau, ist selten; 2° und 3° ist in den meisten Maren sichtbar, so im Mare Crisium, in Theilen des Mare Tranquillitatis und am Rande des Mare Serenitatis. Die inneren Flächen der meisten Randgebirge und Wallebenen zeigen 3—4°. Zwischen dem gelblichen Grau 4° und dem Grauweiss 6°, also um 5° herum, liegt die gewöhnliche Färbung aller Berge, der Ränder der Wallebenen und Ringgebirge und der grossen Mehrzahl der helleren Strahlen und Streifen. Alle Vorkommnisse von 7° und darüber sind verhältnissmässig selten; es sind nicht grosse Flächen, sondern Flecken und Punkte, Krater und Kraterebenen oder kleinere Stellen; 9° erreichen nur einige wenige Punkte; 10° ist so gut wie ausschliesslich auf das Innere von Aristarchus beschränkt.

Würde man weniger in das Einzelne gehen, so möchte sich das Ergebniss herausstellen, dass die Flächen dunkel und in Mitteltönen, die Höhen zum grossen Theile etwas lichter und dass alle ganz hellen Theile zerstreut und örtlich umgrenzt sind. Dass diese hellen Theile zu den jüngsten gehören, ist schon seit längerer Zeit erkannt worden.

Es wäre nicht besonders schwierig, die vulcanischen Producte der Erdoberfläche gleichfalls nach ihren Farben nach einer zehngliedrigen Scala zu ordnen. Auch hier fehlt es nicht

---

[1] Edm. Neison, Der Mond. Deutsche Ausgabe von Dr. Herm. Klein, S. 50 u. folg.

an scharfen Gegensätzen der Farbe, vorausgesetzt, dass nicht Pflanzenwuchs oder Verwitterung verhüllend eintreten. So betont z. B. Thoroddsen den Contrast der Farben an solchen Stellen in Island, wo weisser Bimsstein auf schwarzem Basalt liegt, und die lichten, schreienden Farben, welche durch die Einwirkung der Solfataren auf Liparit hervorgerufen werden.[1]

Bei einer solchen Gliederung der irdischen Vorkommnisse wird man nur bei den dunkelsten Tönen 1 oder 2 in einigem Zweifel bleiben, weil zugleich die Obsidiane und Pechsteine und die grosse Masse der basaltischen Felsarten hier bei aller sonstigen Verschiedenheit um den Platz streiten mögen. Dabei ist noch zu bedenken, dass, wie Zirkel kürzlich erinnerte, auch der dunkelste Obsidian im gepulverten Zustande eine helle Farbe zeigt. Die mittleren grauen Töne fallen den Andesiten und Trachyten zu, während etwa von 7° aufwärts ausser den weissen Rhyolithen keine eigentlichen Laven, sondern Fumarolen und ihre Nebenproducte, dann weisser Bimsstein und gewisse blendend weisse Aschen in die Scala eintreten.

Man sieht sofort, dass auch auf der Erde die hellsten Farben als die jüngsten Producte und auf umgrenzteren Gebieten getroffen werden.

Nun entsteht die Frage, wie weit diese beiden Farbenscalen mit einander verglichen werden dürfen. Selbst bei der vollsten Übereinstimmung der Stoffe, sowie der physikalischen und chemischen Vorgänge darf doch aus den bereits erwähnten Umständen das Vorhandensein grosser Mengen unserer schweren, schwarzen, basaltischen Laven auf der Oberfläche des Mondes als unwahrscheinlich bezeichnet werden. Ergüsse ähnlich jenen des Dekkan-Trap werden kaum vorausgesetzt werden dürfen.

Neison gibt an, dass auf dem Monde 1° selten sei und gewöhnlich nur in Theilen von Riccioli und Grimaldi gefunden wurde; zeitweise nähere sich Plato dieser Färbung sehr, und einige kleine schwarze Flecken auf dem Mare Vaporum; 1° bis 2°, seien etwas Gewöhnliches, Beispiele treten in Plato, Boscovich und Theilen von Schickhardt auf.

[1] Th. Thoroddsen, Om nogle postglac. liparitiske Lavaströmme i Island; Geol. Fören. Stockholm, Förhandl. 1891, XIII, p. 609, 617.

Diese Beschränkung der dunkelsten Farbentöne auf das Innere einzelner Krater spricht nicht für eine Gleichstellung mit den irdischen, dunkelsten, dünnflüssigen, basischen Laven. Man möchte eher auf dunkle Gläser schliessen, doch wissen wir nicht einmal mit Bestimmtheit, ob es sich in allen diesen Fällen wirklich um die Eigenfarbe der lunaren Felsart handelt.

Während auf diese Art für die dunklen lunaren Farben 1—2 Zweifel verschiedener Art bestehen, herrscht für die helleren und hellsten Farben eine unverkennbare Übereinstimmung mit der Erde. Einzelne Krater der Erde zeigen in ihrem Innern thätige Solfataren; andere zeigen nichts Ähnliches. Weisse Färbung von grösserer oder geringerer Intensität kann aber auf verschiedene Weise erzeugt werden.

Der Krater der Liparen-Insel Vulcano hatte seit 1771 keine grössere Eruption gezeigt; Fumarolen stiegen in demselben in Menge auf; im Jahre 1813 begann man die Erzeugnisse derselben, und zwar Borsäure, Schwefel, Ammoniak und Alaun, zu gewerblichen Zwecken zu gewinnen. So blieb der Zustand durch mehrere Jahrzehnte, bis am 7. August 1873 die Arbeiter eine gesteigerte Thätigkeit der Fumarolen bemerkten.

Am 7. September erfolgte eine Eruption, welche drei Stunden währte und die Insel mit einer blendend weissen kieselreichen Asche überdeckte. »Während diese Asche auf der ganzen Insel niederfiel«, schreibt Baltzer, »hatten die anwesenden Liparioten das eigenthümliche Schauspiel eines nordischen Schneefalles, freilich an einem Material von ganz anderer Natur«.[1] Der Hauptkegel und seine Umgebung waren ganz weiss; die Dicke der Schichte betrug 3—4 *cm.*

An späteren Tagen, am 14. und 15. September fiel gewöhnliche, lichtgraue Asche, wie sie aus der Zerstäubung der Laven hervorgeht.

Bei der Reihe nachfolgender Ausbrüche, namentlich bei der heftigen Eruption von 1888, sind theils von sauren Dämpfen

---

[1] A. Baltzer, Geogn. chem. Mittheilungen über die neuesten Erupt. auf Vulcano; auch die nachfolgenden Bemerkungen von G. v. Rath; Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch., 1875, S. 36, 411, 725 und 1878, S. 365.

gebleichte Lavastücke, vorherrschend aber gewöhnliche graue Aschen und Bomben ausgeworfen worden.[1]

Die häufigste Art der hellen Färbung der Innenseiten irdischer Krater dürfte aber, wie bei der Solfatara der phlegräischen Felder, den Fumarolen und ihren Producten, insbesondere der Bleichung der Laven durch saure Dämpfe zuzuschreiben sein.

Ein photographisches Bild eines solchen, durch Fumarolen erzeugten weissen Fleckes gibt die Aufnahme Osk. Simony's im Gipfelkrater des Pico de Teyde.[2]

An den äusseren Gehängen der chilenischen Vulcane, deren Krater zumeist mit Schnee und Eis bedeckt sind, unterscheidet Domeyko Solfataren, welche vorübergehend auf langen Spalten auftreten, und örtlich umgrenzte, bleibende Solfataren.[3]

Die Solfataren auf Spalten sind von Bedeutung für das Studium des Mondes. Am 26. November 1847 hat sich unter schweren Detonationen eine Spalte gebildet, welche von der trachytischen Hochregion des Cerro Azul aus etwa 3000 *m* herabreichte bis zu dem Sattel Portezuelo del Viento (2700 *m*), welcher diesen Berg mit dem erloschenen Vulcan Descabezado grande (lat. 35°30′) verbindet; von da setzte sich die Spalte zwischen beiden Bergen nach Ost und nach West fort. Ihre gesammte Länge war 8—9 *km*. Drei Monate nach der Bildung besuchte Domeyko die Stelle. Man sah eine dammähnliche Anhäufung von grossen Trachytblöcken, zwischen welchen an unzähligen Stellen Wasserdampf, Schwefeldämpfe und stellenweise auch Chlordämpfe hervortraten. Die ganze Spalte schien sich mit einem Schlage gebildet zu haben. Man sah wohl brennenden Schwefel, aber weder geschmolzene Lava, noch

---

[1] O. Silvestri e G. Mercalli, Le Eruzioni dell'Isola di Volcano, 3 Ag. 1888—22 Marzo 1890; Ann. dell'Off. centr. di Meteorol. e Geòdynam., 1883, parte IV, vol. X.

[2] O. Simony, Über eine naturw. Reise nach der westl. Gruppe der Canar. Inseln; Mitth. geogr. Ges. Wien, 1890, XXXIII, Taf. VII; J. Hof, Keramohalit von Tenerifa; Tschermak, Min. Mitth., herausg. von Becke, neue Folge, XII, 1891, S. 39, Taf. III.

[3] Domeyko, Mém. sur les Solfatares latérales des Volcans dans la chaine mérid. des Andes du Chili; Ann. des Mines, 1876, 7. sér., IX, p. 145.

Asche oder Bimsstein. Eine weisse erdige Masse bedeckte die der Wirkung der Fumarolen ausgesetzten Blöcke. Im Jahre 1857 war Domeyko zum zweitenmale dort. Die Emission der Dämpfe war weit geringer; thurmartig hervorstehende Blöcke waren zerfallen; die Abhänge der Solfatara hatten ihre aschgraue Farbe erhalten, während einige Ecken der Blöcke geschwärzt waren. Bei einem dritten Besuche, 1873, fand Domeyko die Solfatara seit einigen Jahren todt; die Farbe war dunkel geworden.

Ähnliche lange, erloschene Solfatarensprünge sind in diesem Gebirge an mehreren Stellen bekannt. Insbesondere soll sich 1843 von dem erloschenen Vulcan San José aus (lat. 33°40′ Höhe 6.098 *m*) eine lange ähnliche Spalte gebildet haben. Viele Steine wurden ausgeworfen; grosse Mengen von Dämpfen traten hervor; der Vulcan selbst blieb ruhig.

Die seitlichen Solfataren, welche mehrere hundert Meter unter der Kante, an der Aussenseite des Kraters, niemals auf der Höhe selbst, zu sitzen pflegen, wie die Solfatara von Chillan und jene des Tinguiririca, zeigen keine langen Spalten, keine gewaltsamen Ausbrüche und sind beständig.

Suchen wir nun die hellen Stellen des Mondes auf.

Sie stehen in offenbarer Verbindung mit einzelnen grossen Kratern. Sie erscheinen innerhalb derselben oder an ihren äusseren Abhängen, oder gehen in langen, strahlenförmig gestellten Streifen von ihnen aus. Es ist mir kein Fall bekannt, in welchem weisse Stellen am äusseren Gehänge oder strahlenförmige Ausläufer vorhanden wären, ohne dass der Kratergrund gleichfalls weiss wäre.

Das hellste weisse Object auf dem Monde ist Aristarch. Sein Durchmesser ist 35·35 *km*; der Centralberg ist glänzend, aber nicht hoch. »Im Innern«, sagt Neison, »findet sich ein zweiter Berg und eine kleine Kraterhöhle von $9^1/_2$° Helligkeit. Das Innere von Aristarchus ist volle $9^1/_2$°, der Westwall 6° bis 8°, der Südwall 8°, der Ostwall 9°, der Nordwall $9^1/_2$°, der Centralberg 10° hell, letzterer der hellste Punkt auf dem ganzen Monde«.

Ein Fleck in Werner, welchen Mädler als einen schimmernden, glänzenden Punkt von 10° beschrieb, soll seither an Helligkeit verloren haben.

Die auffallendste Erscheinung bleiben die hellen Strahlensysteme, welche von Tycho, Copernicus, Kepler und einer Anzahl anderer Krater, und zwar von dem äusseren Abhange derselben auslaufen. Dieser Umstand tritt namentlich dort hervor, wo, wie bei Tycho, der Kraterrand als ein grauer Kreis innerhalb der weissen Gebilde sichtbar bleibt. Diese Strahlen können eine Länge von vielen hundert Kilometern erreichen. Sie haben gar kein oder doch bei weitem in den meisten Fällen kein nachweisbares Relief. Sie ziehen in grösserer oder geringerer Breite quer über hohe Kraterberge und tiefe Niederungen, verlieren an Helligkeit und verschwinden endlich. In einzelnen Fällen enden sie an einem Krater. Wie lange weisse Schatten legen sie sich über das grosse Schlackenfeld. Zuweilen scheinen sie sich zu gabeln. Einige wenige Beispiele von Krümmung sind bekannt.

Vielerlei Hypothesen wurden aufgestellt, um diese grossartigen und sonderbaren Gebilde zu erklären. Der erste Eindruck ist jener einer wahren Disruption oder strahlenförmigen Zersprengung grosser Theile des Himmelskörpers, ausgehend von übergewaltigen Explosionen in einem dieser Krater. Zersprengung in diesem Sinne ist es aber gewiss nicht. Ein Blick auf die Photographie der Umgebung von Tycho (LW) zeigt, dass die zahlreichen Kraterringe, welche ihn umgeben, nicht zersprengt sind, ja nicht einmal der Kraterrand des Ausgangspunktes Tycho selbst zeigt irgend eine solche Zersprengung. Es ist vielmehr, als würde eine weisse Masse auf Plato, Copernicus und anderen Ausgangspunkten lagern, vielleicht weisser Bimsstein oder weisse Asche.

Was sind nun diese weissen Strahlen? Klüfte sind sie nicht, das zeigt das ungestörte Relief der Kraterberge, über welche sie hinziehen. Gänge von weissem Gestein sind sie nicht; das zeigen gleichfalls diese Kraterberge. Ausgeworfene Massen, wie weisse Asche oder weisser Bimsstein sind sie nicht; diese mögen innerhalb der Krater oder in der Nähe derselben aufgehäuft liegen, aber die strahlenförmige Anordnung widerspricht der Entstehung durch Auswurf.[1]

[1] Von Gilbert (The Moon's Face; Philos. Soc. of Washington; Adress as retiring President for 1892; Bullet. XII, p. 284) wurde die Ansicht ver-

So bleibt uns innerhalb der Vergleichspunkte, welche der irdische Vulcanismus bietet, nur eine einzige Erklärungsweise zurück. Wir werden zu der Annahme geführt, dass, so wie auf der Erde als eine Nachwirkung vulcanischer Thätigkeit die Fumarolen auftreten, so auch auf dem Monde ausgebreitete Fumarolenthätigkeit gefolgt ist. Es scheint, als wären nicht gewaltige Zersprengungen, wohl aber feinere Klüfte strahlenförmig auf sehr grosse Entfernung um einzelne Kraterberge gebildet worden, als hätten sich diese in ihrem Laufe zu Netzen von Klüften entwickelt, und als hätte auf diesen bergauf und bergab die Exhalation saurer Dämpfe, die Bildung der gewöhnlichen Sublimate der Fumarolen und vor Allem wie auf der Erde weithin eine Entfärbung und Bleichung der von den Dämpfen berührten Felsarten stattgefunden.

Diese Strahlen müssen nicht einmal alle zur selben Zeit und auch nicht während der Thätigkeit des betreffenden Vulcans, z. B. des Tycho, gebildet sein. Die Solfatarenlinien der chilenischen Vulcane sind erzeugt worden an den Abhängen von Vulcanen, welche innerhalb der Tradition des Landes keine Eruption gezeigt haben. Nur so erklärt es sich, dass die Strahlen ausser sichtbarer Verbindung mit dem weissen Inneren des Kraters selbst bleiben können. Nur so verstehe ich, dass andere Krater, von einem solchen Strahle der ganzen Breite nach überdeckt, ihre Farbe ändern und ihr Relief beibehalten konnten.

Zwei Einwendungen lassen sich erheben. Die erste wird lauten, dass das Ausmass dieser Kluft- und Fumarolenbildung doch gar weit über die Vorkommnisse der Erde hinausgehe. Das ist aber nur eine Verschiedenheit des Grades, nicht des Wesens, und die Phänomene, welche sich auf der Oberfläche einer nackten, verschlackten Pyrosphäre abspielen mögen, sind uns auf der Erde zum grössten Theile verhüllt. Unter anderen Verhältnissen gebildete Spalten können allerdings auch auf der Erde grosse Längen erreichen. Der basaltische Cleveland

---

treten, dass weisse Masse durch Niederstürzen eines fremden Objectes ausgespritzt worden sei, daher etwa wie auf Fig. III von E. Odlum in Trans. Seismol. Soc. Japan, XIII, 1890, p. 26 von Auswürflingen des Bandaisan.

Dyke in Schottland erreicht nach Geikie 177 *km* oder, wenn eine weitere Fortsetzung dazugefügt wird, nahe an 300 *km*.

Die zweite Einwendung mag dahin gehen, dass so ausgedehnte Fumarolenwirkung die Anwesenheit von Wasserdampf voraussetzt. Ch. Sainte-Claire Deville hat, auf Bunsen's Vorarbeiten gestützt, gezeigt, dass die Emanation der Dämpfe bestimmten Regeln folgt. Fouqué hat diese Richtung der Forschungen fortgesetzt, und man sieht nun ziemlich klar in diese merkwürdigen Vorgänge.

Zuerst und bei einer Temperatur, welche höher ist, als der Schmelzpunkt von Zink (500° C.), entweichen der Mitte grosser Lavaströme, welche noch im geschmolzenen Zustande sind, trockene, anhydre Fumarolen. Chlor bezeichnet diese Phase. Kochsalz legt sich zuweilen als ein weisser Überzug über die rauhe Oberfläche der Lava; seltener erscheint Chlorkalium. Alle anderen Producte sind noch viel seltener.

Die zweite Phase bilden die sauren Fumarolen. Sie bestehen aus Salzsäure, schwefeliger Säure und grossen Mengen von Wasserdampf. Ihre Temperatur ist 300—400°, und sie erscheinen wohl auch zugleich mit den ersteren, doch mehr gegen den Rand des Lavastromes hin.

Hierauf folgen die alkalinischen Fumarolen bei etwa 100°, auch begleitet von Wasserdampf in grosser Menge. Mit ihnen kommen Mengen von Schwefelwasserstoff, welche an der Atmosphäre Schwefel niederlegen. Dann die kalten Fumarolen unter 100° mit Wasserdampf, Kohlensäure und etwas Schwefelwasserstoff. Endlich die hauptsächlich von Kohlensäure gebildeten Mofetten.[1]

Man darf sich wohl mit Fouqué vorstellen, dass diese fünf Phasen nicht principiell verschiedene Erscheinungen, sondern nur Glieder einer zusammenhängenden Reihe sind, deren schrittweise Entwicklung mit der sinkenden Temperatur in Verbindung steht.

Die mittleren drei Phasen sind von der Entwicklung von grossen Mengen von Wasserdampf begleitet.

---

[1] Ich beschränke mich darauf, die vortreffliche Übersicht dieser Ergebnisse in Lapparent, Traité de Géologie, 3. éd. 1893, II, p. 397 und folg. anzuführen.

Vergleicht man nun die lunaren Vorkommnisse, die grosse Ausdehnung, die in ihren verschiedenen Schattirungen bis zu 30 *km* steigende Breite einzelner der hellen Strahlen, so spricht ein sehr hoher Grad von Wahrscheinlichkeit dafür, dass diese breiten Strahlen, wenn sie durch Dämpfe und Sublimationen und die Bleichung der Felsarten erzeugt worden sind, doch so grosse Dimensionen ohne die Mitwirkung des Wasserdampfes nicht erreichen konnten.

Es ist meine Meinung, dass die trockenen Chlor-Emanationen kaum hinreichen würden, um die Strahlensysteme auf dem Monde herbeizuführen. Geht ja doch, selbst wenn Wasserdampf zugestanden wird, das Ergebniss auf dem Monde noch immer weit über Alles hinaus, was die Erde aufweist.

Die nächstliegende Hypothese bleibt auch hier, dass sich auf dem Monde dieser Vorgang in eben dieser Weise abgespielt haben mag, wie auf der Erde. Wenn allerdings die Verschiedenheit der Tag- und Nachttemperatur auf dem Monde so gross sein sollte, wie sie im Anschlusse an die Beobachtungen des Lord Rosse vermuthet worden ist, ja wenn diese Differenz nur annäherungsweise solche Ziffern erreichen würde, so könnte nach den von Deville ermittelten Temperaturen der einzelnen Phasen der irdischen Fumarolen leicht irgend ein andauerndes Schwanken zwischen den Grenzen dieser Phasen erzeugt werden, von welchem wir auf der Erde kein Beispiel haben.

Endlich ist nicht zu übersehen, dass die Bildung von so grossen Strahlensystemen, wie jene von Tycho oder Copernicus, durch Dämpfe nur unter der Voraussetzung zulässig ist, dass zur Zeit ihrer Entstehung so ziemlich unter der ganzen sichtbaren Mondscheibe, unter allen ihren Ebenen und Kratern, eine, wenn auch nicht nach oben scharf oder gleichmässig abgegrenzte, aber doch gemeinsame Pyrosphäre von so hoher Temperatur vorhanden war, dass aus derselben die heissen Dämpfe auf so grossen Strecken an die Oberfläche gelangen konnten. Die Lithosphäre war vorhanden, konnte aber keine sehr bedeutende Mächtigkeit besitzen.

III. Seit langer Zeit war es bekannt, dass Wasserdampf bei vulcanischen Ausbrüchen eine hervorragende Rolle spiele und mancher scharfsinnige Versuch ist gemacht worden, um

das Eindringen sei es von Meerwasser, sei es von oberflächlichem Infiltrationswasser in die Tiefe der feurigen Esse zu erklären. Seitdem man jedoch beobachtet hat, wie ganz ausserordentlich das Absorptionsvermögen vieler im Schmelzflusse begriffenen Metalle und z. B. des Glases für verschiedene Gase ist, musste diese ältere Ansicht zurücktreten. Es ist einfacher und natürlicher, vorauszusetzen, dass die den Vulcanen entweichenden Dämpfe ursprünglich von dem glühenden Erdkörper absorbirt waren. Damit wird das Herausstossen dieser heissen Dämpfe zu einer Begleiterscheinung der Abkühlung des Himmelskörpers.

Die Ansicht von der ursprünglichen Absorption der in den Laven enthaltenen Gase kann als die Angelot'sche Theorie bezeichnet werden, und sie ist bereits im Jahre 1877 von einem so genauen Kenner vulcanischer Producte, wie G. Tschermak, nicht nur vertreten, sondern auch versuchsweise auf den Mond angewendet worden.[1]

Trotz der Richtigkeit der Angelot'schen Theorie, dringt aber gewiss in einzelnen Fällen auf der Erde Wasser der Oberfläche zur Lava und verstärkt die Explosion. Auf dem Monde ist die Emanation ursprünglich absorbirten Wasserdampfes, wenn überhaupt so weit Ähnlichkeit mit der Erde besteht, für die Erklärung der sichtbaren Gebilde kaum zu entbehren. Oberflächlich gesammeltes Wasser sieht man aber nicht.

Ein Fall, wie der Ausbruch des Krakatao, bei welchem unausgesetzt das Meer gegen die Esse selbst drängte, ist nicht denkbar auf dem Monde.

Prof. Branco hat in eingehender Weise zahlreiche Durchbohrungscanäle, erfüllt mit Basalt und basaltischem Tuff aus der Umgebung von Urach in Württemberg beschrieben, sie »Vulcanembryonen« genannt und mit dem Monde verglichen. Diese Vorkommnisse finden sich zum grössten Theile auf dem weissen Jurakalke der Schwäbischen Alb oder auf Stellen, an welchen zur Zeit der Eruption die Alb noch nicht abgetragen war. In Franken ist der Jurakalk heute von grossen Höhlen

---

[1] G. Tschermak, Über den Vulcanismus als kosmische Erscheinung. Diese Sitzungsber., 1877, LXXV, insb. Anm. 2 am Schlusse.

durchzogen. In Württemberg zeigt die Landschaft der Alb und das Hervortreten grösserer Wassermengen an ihrem Fusse, wie der Blau und der Lauter, die typischen Merkmale eines Kalk- oder Karstgebietes. Branco nimmt selbst heftige Gasexplosionen an und ist nicht abgeneigt, feine Haarspalten als leitende Linien für die Explosionscanäle zuzugestehen. Grosse Massen von Kalksplittern und Blöcken, an einem Punkte sogar Bachgeschiebe (S. 414, 504), liegen im Tuff. Hieraus möchte ich entnehmen, dass Lava eingetreten ist in ein von Wasser erfülltes Höhlen- oder Spaltensystem unter einem Karstgebirge, und dass alle diese Canäle binnen wenigen Stunden in einer unausgesetzten Reihe grosser Explosionen gebildet worden sind. Das ist die Ausbohrung der Infiltrationsspalten unter den Dolinen. Solche Bedingungen fehlen dem Monde.[1]

Vor einiger Zeit hatte ich Gelegenheit, durch die Gefälligkeit des Herrn Directors Paul Kupelwieser den Guss einer grösseren Anzahl von Stahl-Ingots und die Art ihrer Abkühlung auf den Eisenwerken zu Witkowitz zu verfolgen. Die Gussformen oder Coquillen boten Raum für einen Ingot von vierseitig prismatischer Gestalt mit etwa 300 *cm* Querschnitt und mehr als 1 *m* Höhe. Gegen unten war der Querschnitt etwas geringer. Die so erzeugten Stahlprismen oder Ingots wogen 1200—1400 *kg*.

Die Coquille wird voll Stahl gegossen; eine grosse Menge von Gasen entweicht und in der Coquille sinkt fortwährend die Oberfläche des flüssigen Stahls; es soll vorgekommen sein, dass der Stahl bis zu dem zehnten Theil seines Volums herabgesunken ist, während man in die Coquille wie in einen Schlund einen Meter tief hineinblicken konnte und nur ein Rohr von erkaltetem Stahl rings an den Wänden der Coquille haftete. Während die Oberfläche des flüssigen Stahls sinkt,

[1] Branco, Schwabens 125 Vulcanembryonen. 8⁰; Stuttgart 1894, auf S. 772—806; für Infiltrationsspalten unter Dolinen J. Cvijić, Das Karstphänomen, Penck's Geogr. Mitth., V, 1893, S. 259; für Explosionen von Cisternen Or. Silvestri, Sulle Eruzioni centr. ed eccentr. dell Etna, 18., 19. Maggio 1886, 2⁰. Rapp. al Governo, p. 10. Inwieferne diese Erklärung für ein ähnliches, von Herrn Geikie in Schottland geschildertes Gebiet gilt, vermag ich nicht zu unterscheiden.

wird Stahl nachgegossen; fortwährend entweichen Gase, und fünfmal, auch sechsmal wird wieder die Coquille bis nahe zum Rande gefüllt, bis endlich der Stahl so weit sich abgekühlt hat, dass weiteres Nachfüllen unthunlich ist. Auf seiner Oberfläche schwimmt jetzt eine lockere, etwas blasige Schicht, zumeist aus leichteren Schwefelverbindungen bestehend, welche im Stahl zurückgeblieben waren. Durch diese Lage hindurch vollzieht sich unausgesetzt das Ausströmen der Gase. Spratzerscheinungen treten an der Oberfläche auf. Setzt man für einige Minuten einen Deckel von Gusseisen auf die Coquille, so verdichtet sich die erstarrende obere Schicht; entfernt man den Deckel, so brechen die Gase wieder durch, es bildet sich wohl auch ein kleinerer Spratz- oder Eruptionskegel in der Mitte; zuweilen entsteht er excentrisch; manchmal bilden sich ihrer zwei oder drei.

Stört man nach dem letzten Nachgusse die Erkaltung nicht, so sieht man Blasen und öfters auch Kegel an der Oberfläche, durch welche der Dampf abgeht; man sieht auch diese Oberfläche sinken; sie geht je nach dem letzten Nachgusse und anderen Nebenumständen noch um 0·1 *m* oder mehr unter den Rand der Coquille herab und hinterlässt nicht selten an der Innenseite des obersten Theiles der Coquille einen oder zwei oder gar drei horizontale Leisten, welche ebensoviele Verzögerungen in dem Sinken der Oberfläche des erstarrenden Stahles darstellen.

Diese Vorgänge in der Coquille sind im Wesentlichen dieselben, welche Dana in der grossen Esse des Kilauea kennen gelehrt hat, nur tritt an die Stelle des Zugiessens von oben in dem Krater ein Ersatz von unten ein. Alle Einzelheiten, das Entstehen unregelmässiger Randbrüche rings um die sinkende Decke, das Zurückbleiben von »black ledges« oder Gesimsen, welche ein längeres Verweilen der sinkenden Oberfläche anzeigen, das stellenweise Aufreissen der dünnen, verschlackten Decke und das Sichtbarwerden eines Feuersees gleich dem Halemaumau unter derselben, die Bildung von eruptiven Schlackenkegeln, sie lassen sich in der Coquille eben so gut erkennen, wie am Grunde und an der Umrandung der vulcanischen Esse. Die Übereinstimmung beider bestärkt aber die

Vermuthung, dass der Auftrieb der geschmolzenen Lava veranlasst wird durch das zeitweise Hinzutreten überhitzter und elastischer Dämpfe.

Ähnliche Beobachtungen sind es gewesen, welche Tschermak, wie bereits gesagt worden ist, zur Vertretung der Angelot'schen Theorie von der ursprünglichen Absorption der in den Laven enthaltenen Gase geführt haben. Hier handelt es sich um die mechanischen Nebenerscheinungen, welche das Entweichen dieser Gase begleiten. F. C. G. Müller unterscheidet in seinen wichtigen Arbeiten über diesen Gegenstand zwei von einander wesentlich verschiedene Bewegungen in der Coquille, nämlich das Steigen und das Spratzen. Das Steigen wird dem Hydrogen und Stickstoff, das Schäumen und Spratzen aber dem Kohlenoxyd zugeschrieben. Bei dem Steigen erhebt sich die ganze Decke des Stahls und wenn die unter der Decke vorhandenen Poren die Neigung finden, sich zu vereinigen, so entstehen horizontale Wurmröhren; in erkaltetem Stahl geben angebohrte Poren dieser Art Wasserstoff mit einer geringen Menge von Stickstoff. Das Spratzen dagegen wird durch vertical in der »Seele« des Ingots aufsteigende Blasen herbeigeführt. Wenn der Canal in der Seele des Blockes regelmässig von unten nach oben sich schliesst, gibt auch spratzender Stahl einen dichten Block; erfolgt die Schliessung oben zu früh, so sammelt in der Tiefe sich das Gas. Verdünnung der Luft über geschmolzenem Eisen kann, wie die Versuche von Bessemer, Parry u. A. zeigen, das Entweichen der Gase in hohem Maase steigern.[1]

Nun wenden wir uns dem Monde zu.

Wir sehen nicht nur kein Wasser, sondern auch keine Spur von Sedimenten, wie sie etwa frühere Meere hinterlassen hätten und wie sie als eine ausgebreitete Hülle einen so grossen Theil Continente der Erde bedecken; auch sehen wir gar nichts, was an die Formen unserer archaischen Berge, an unsere Faltengebirge oder Horste mahnen würde, und unwillkürlich werden wir daran gemahnt, dass die Faltengebirge der Erde

---

[1] F. C. G. Müller, Neue experim. Untersuchungen über den Gasgehalt von Eisen und Stahl; Stahl und Eisen, 1883, S. 443 und folg., insb. S. 444, 453 und eb. dess. 1884, S. 69 und folg.

doch gar oberflächliche Erscheinungen sein mögen. Was der Mond zeigt, sind Kreise, grosse, mittlere und kleine, immer wieder die Kreisform, höchstens da und dort eine Ellipse oder eine geringe Abweichung vom Kreise.

Das ist die nackte Oberfläche eines erstarrten, einst glühenden Weltkörpers.

Indem ein solcher Weltkörper erstarrt, wird er zuerst da und dort leichtere Schlacken an seiner Oberfläche bilden; Schollen derselben werden Zusammenhang gewinnen; eine erste Hülle bildet sich. Diese wird wieder zerrissen, aufgezehrt und der Vorgang wiederholt sich. Jetzt ist die Hülle stärker geworden. Die Temperatur der grossen Masse ist aber keineswegs eine völlig gleichförmige. An irgend einer Stelle steigert sie sich, zehrt neuerdings die schlackige Hülle auf und von dieser Stelle aus schreitet nach allen Richtungen die neuerliche Umschmelzung gleichförmig fort, über hunderte von Kilometern. Die Gestalt des Schmelzherdes ist die eines Kugelabschnittes; sein Umriss ist ein Kreis. Endlich nähert der Vorgang sich seinem Ende; die Temperatur der Oberfläche ist an den Rändern des Herdes geringer; die Schlacken werden nicht mehr ganz aufgezehrt, sondern wie eine Moräne nach aussen geschoben. Nun stockt das Ganze. Was zurückbleibt, ist eine weite, ebene Fläche, kreisförmig umgeben von einem Gebilde, welches die wildesten Umrisse zeigt, einem Schlackenwall, welcher gegen Innen, gegen die nun neu erstarrende Fläche, einen Abfall von vielen tausenden von Fussen aufweisen mag. Solche sind z. B. die gewaltigen Schlackenwälle, welche unter den Namen des Apennin, der Alpen u. s. w. das Mare Imbrium umgeben; die Art und Weise, wie der Sinus Iridum sich mit diesem vereinigt, namentlich Cap Laplace und Cap Heraclides (z. B. L P. Atlas, Pl. I) lehren deutlich genug die Entstehung dieser grossen Scoriogonen oder Schlackenringe.

In diesen Schlackenringen kann man folgende Beobachtung machen. Die Alpen sind quer durchschnitten von einer tiefen Furche, welche als das »grosse Thal der Alpen« bezeichnet wird. Diese Furche ist etwa 130 *km* lang, hat streckenweise überaus steile, weit über 3000 *m* hohe, geradlinig abgeschnittene Wände und durchweg einen ebenen Boden. Sie

beginnt am Mare Imbrium, wo sie ihre grösste Breite von über 9 *km* besitzt und erstreckt sich mit regelmässig abnehmender Breite bis zum Mare Frigoris.

Man möchte zunächst an eine Grabenbildung zwischen geradlinigen Brüchen denken; das ist diese Furche nicht. Es zeigt dieses der ebene Boden des Thales und die ganze Structur der Mondoberfläche. Am deutlichsten aber erkennt man dies in der schönen letzten PW-Aufnahme der Alpen. Hier ist ersichtlich, dass das Thal eine Strecke vor seinem westlichen Ende plötzlich eine Z-förmige oder bajonnetförmige Verschiebung gegen Süd erfährt und dann erst, vielleicht sogar noch einmal verschoben, das Mare Frigoris erreicht. Diese Umstände, die Steilheit der geradlinigen Wände, der ebene Boden, die regelmässige Abnahme der Breite, die plötzliche Verschiebung lassen vermuthen, dass das ganze Schlackenfeld, ähnlich einer grossen Eisscholle, von Osten her quer zersprengt worden ist und dass beide Schollen horizontal gegen einander verschoben sind.

Minder deutlich zeigt eine ähnliche Erscheinung der südliche Theil des Caucasus. Wenn man auf der PW-Aufnahme dieses Gebietes die Gegend südwestlich von Theaetetus betrachtet, gewinnt man den Eindruck, als ziehe ein geradliniger Querbruch gegen WSW gerade unter Calippus Θ hin und als sei eine grosse Scholle auch hier gegen West verschoben. Vielleicht ist noch eine ähnliche Linie im Norden und eine im Süden vorhanden, welche SSW streichen und mit der ersten spitze Winkel bilden. Hier vor Allem sind weitere Aufnahmen unter verschiedener Beleuchtung erwünscht.

Diese Vorkommnisse, welche in entfernter Weise an die Blattverschiebungen der irdischen Gebirge erinnern, setzen eine grössere Beweglichkeit der Unterlage voraus, welche auch nach dem, was hier über die grossen Schmelzherde gesagt wurde, nicht unwahrscheinlich ist.

Wenn ich die letzte Aufnahme des Apennin (PW) richtig verstehe, so ist in der Lücke am Ende dieses mächtigsten Walles an zwei Linien, welche nicht von Schlacken begleitet sind, das zweimalige offene Fliessen der Masse des Mare Serenitatis etwa von Linné her in der Richtung des Palus

Putredinis erkennbar. Dies wären erstarrte freie Ränder der Lava und sie würden jünger sein als die Ebene des Palus Putredinis.

IV. Das Mare Crisium, eine Ellipse von 570 und 450 *km* mit auffallend regelmässiger Umrandung (LW in Weinek, Astronom. Beobacht. Prag, 1893, und Public. Lick Observatory, 1894, III), bildet den Übergang von den grössten Aufschmelzungsherden zu Ringen, wie Petavius, Alfonsus u. A., welche noch über 100 *km* erreichen, und welchen sich dann die kleineren Gestaltungen anschliessen.

Die Schlackenhülle, welche wir von nun an die lunare Lithosphäre nennen dürfen, ist mächtiger geworden. Die Aufschmelzungsherde verringern ihre Durchmesser.

Die allgemeine Annahme, dass die Krater jünger seien, als die grossen Schlackenringe oder sogenannten Mare-Flächen, ist gewiss richtig, aber sie schliesst einzelne Ausnahmen nicht aus. So betont Ebert, dass an den Rändern der grossen Mareflächen deutliche Spuren von Überfluthungen seien; man sehe zuweilen das Innere von benachbarten Ringgebirgen von dem Materiale des Mare erfüllt, so Le Monnier am westlichen Rande des Mare Serenitatis und Fracastor am Mare Nectaris.[1]

Dass aber die übergrosse Zahl der heute bestehenden Krater jünger sei als die meisten Mare-Flächen, ist unzweifelhaft.

Jeder Versuch, die Bildung von Bergen wie Archimedes, Copernicus, Eratosthenes und ihresgleichen durch Aufschüttung eines Kegels von zerstäubtem und ausgeworfenem Materiale, etwa nach Art des Vesuv, zu erklären ist ganz vergeblich. Die Versuche, welche z. B. noch von Nasmyth und Carpenter nach dieser Richtung gemacht worden sind, führen nicht zum Ziele. Die Gestalt der Mondberge selbst, die Art, wie z. B. Cyrillus auf Theophilus trifft, die Thatsache, dass ein Centralberg oft gar nicht vorhanden, zuweilen nicht in der Mitte liegt, dass ihrer zwei oder drei vorhanden sein können, dann die weite Entfernung zwischen dem Walle und dem sogenannten Centralberge entfernen jede solche Erklärungsweise; nur für

---

[1] H. Ebert, Ein Vorlesungsversuch aus dem Gebiete der physikalischen Geogr. (Bildung der Schlammvulcane und der Mondringgebirge); Ann. Phys. Chem. 1890; Neue Folge, XLI, S. 359.

Alpetragius und einige wenige andere Berge möchte noch ein Zweifel zuzugestehen sein.

Die Gestalt dieser Mondberge ist am deutlichsten aus der von Ebert veröffentlichten Tabelle der Abmessung von 92 derselben erkennbar. Das Profil steigt von aussen langsam an, unter einem Winkel, welcher nach Ebert's Schätzungen in 56 Fällen nicht mehr als 6°, in weiteren 24 Fällen nicht mehr als 8° beträgt; nur 10 sind steiler und erreichen 12°. Von Plato und Tycho ist abgesehen; sie bilden Ausnahmen und sind auch nach aussen steil.[1]

Fügen wir hinzu, dass der äussere Böschungswinkel des Mauna Loa zwischen 3°51 und 6°43 liegt, und dass die Dyngjur oder Lavakuppeln auf Island zum Theile noch geringere Ziffern aufweisen.[2]

Die innere Böschung ist dagegen ausserordentlich steil; sie liegt in der Regel über 30, oft über 40°; für den hier bereits genannten Aristarch steigt sie sogar auf 55°.

Dabei liegt der Grund des Kraters immer tief unter der mittleren Höhe der Umgebung. Nur in 9 von 92 Fällen beträgt diese Einsenkung unter die äussere Umgebung weniger als 500 *m*, in 19 Fällen 500—1000 *m*, in 47 Fällen 1000—2000 *m*, in 15 Fällen 2000—3000 *m*, in Maurolycus erreicht sie 3031 *m*, in Theophilus 3411 *m*. Von der mittleren Kammhöhe des letzteren würde man 4678 *m* tief in den Krater hinabsehen. Der Radius des Kraters ist 102·7 *km* und aus demselben erhebt sich ein 2144 *m* hoher Centralberg. Von Werner würde man 4075 *m*, von Tycho 4612 *m*, von Simpelius 4630 *m*, von Maurolycus 4477 *m* tief den Blick senken müssen, um den Grund des Kraters zu erreichen. Es muss allerdings zugegeben werden, dass die Bestimmung der Höhe der »Umgebung« eines unwillkommenen arbiträren Elementes nicht entbehrt, aber die ausserordentlich

---

[1] H. Ebert, Über die Ringgebirge des Mondes. Sitzungsber. Phys. med. Societ. Erlangen, 1890, S. 171. Nahe neben Tycho stehen andere Krater, welche in seine äussere Böschung eingreifen.

[2] Penck, Morphologie der Erdoberfläche, II., S. 415. Aschenkegel auf dem Monde müssten noch viel steilere Abhänge als auf der Erde besitzen. Vergl. Becker, Geom. Forms of Volcanoes; Ann. Journ. Science, 1885, XXX, p. 292.

tiefe Einsenkung der Kraterböden unter ein mittleres Niveau der lunaren Oberfläche bleibt doch der bezeichnende Zug.

Jeder einzelne dieser Schlünde ist offenbar ein selbständiger Herd der Aufschmelzung. Von unten her wurde durch zuströmende Wärme die Lithosphäre aufgeschmolzen, endlich die Oberfläche erreicht, die Schlacke nicht nur zurückgeschoben, sondern, wenn ich nicht irre, in der Regel überflossen. Aus dem Innern aufsteigende elastische Gase werden auch hier den Vorgang veranlasst haben und ich sehe nicht, wie wir, von irdischen Vorkommnissen ausgehend, diesen Process ohne die Anwesenheit von Wasserdampf verstehen könnten. Mehrfach wird in einem solchen Schlund die Lava aufgestiegen sein, die eingeschlossenen Gase von sich gegeben und öfters den Kraterrand erreicht haben. Ein merkwürdiges Beispiel besteht, einzig in seiner Art, Wargentin, in welchem die Lavasäule erstarrt ist in der Höhe des Kraterrandes oder vielmehr irgend einer geringeren Bresche desselben, hoch über der äusseren Umgebung, ein Zeuge für die Richtigkeit dieser Vergleiche. Hieraus geht aber zugleich hervor, dass die Berechnungen, welche von ausgezeichneten Selenologen angestellt worden sind über das Verhältniss des cubischen Inhaltes des Walles zum Volum der Kraterhöhlung, für den Geologen nur sehr nebensächlichen Werth haben können. Der cubische Inhalt des Walles hängt ab von der Zahl und der Mächtigkeit der Überfluthungen. Die Tiefe des Schlundes hängt ab von dem leichteren und rascheren Entweichen der Gase, vielleicht sogar in einzelnen Fällen von seitlicher Drainirung der Lava durch einen Ausbruch an anderer Stelle. Es sind sehr auffallende Beispiele von raschem und unerwartetem Sinken der Lavasäule in irdischen Vulcanen bekannt.

Verweilen wir ein wenig bei Theophilus. Drei grosse Krater, Catharina, Cyrillus und Theophilus, stehen knapp neben einander und Theophilus greift weit in den Krater des Cyrillus über. Solche gedrängte Stellung grosser Krater, welche mit einander eine Gruppe zu bilden scheinen, findet sich wiederholt auf dem Monde. Warum, wenn bereits ein Krater wie Cyrillus vorhanden war, dessen Kamm sich 3000 *m* über den Boden des Kraters erhebt, wurde derselbe nicht weiter in Anspruch ge-

nommen, sondern verlassen und ein neuer Riesenkrater daneben gebildet?

Die Antwort scheint mir gerade in den Dimensionen dieser tiefen Schlünde zu liegen. Die Erfahrungen auf der Erde lehren, dass die Isogeothermen in der Nähe der Oberfläche dieser ziemlich parallel gehen, und dass sie erst in grösserer Tiefe, sei es z. B. in 2000 *m*, vollen Parallelismus unter sich erreichen. Wenn nun ein solcher Schlund einmal zur völligen Erstarrung gelangt ist, greift unter demselben die Linie der gleichen Wärme des Himmelskörpers tiefer als in seiner Umgebung. Die Erstarrung reicht hier weiter in die Tiefe, und eine wiedererwachende vulcanische Thätigkeit, ein neues Zuströmen von Wärme findet den Angriffspunkt nicht mehr an dieser Stelle, sondern neben derselben. Ähnlich stehen Arzachel, Alfonsus, Ptolemaeus und manche andere. Kilauea und Mauna Loa lehren aber, dass auch benachbarte Vulcane gleichzeitig thätig sein können.[1]

Die Vorgänge in den Essen dieser Krater sind nach meiner Meinung dieselben, wie in der Coquille des Stahlwerkes. Hier wie dort sehen wir nur den letzten Vorgang, die Producte des letzten Sinkens der erstarrten Oberfläche in der Tiefe des Schlundes.[2] Es ist keine Nothwendigkeit, zu den scharfsinnigen Annahmen des Herrn Faye zu greifen, nach welchen lunare Gezeiten in diesen Schlünden die Lava bewegt hätten.[3] Der ursprüngliche Vergleich Dana's zwischen diesen Kratern des Mondes und jenen von Hawaii scheint der richtige; nur hätte die Voraussetzung von der Einsickerung von Tagwässern zur Speisung des Wasserdampfes zu entfallen.[4] Ob, wie Herr Prinz vermuthet, auch Kesselbrüche auf dem Monde vorhanden seien, müssen wir von weiteren Fortschritten in der photo-

---

[1] Prinz, S. 26, vergleicht Maurolycus, Longomontanus und ihre Nachbarn mit den benachbarten Kesseln des Mokua-weo-weo, des Gipfelkraters des Mauna Loa.

[2] Dasselbe sagt Reyer, Theoret. Geologie, S. 261, Anmerkung.

[3] Faye, Comparaison de la Lune et de la Terre au point de vue géologique; Ann. du Bureau des Longitudes pour l'an 1881; p. 667—754.

[4] J. D. Dana, Characteristics of Volcanoes, 8⁰, 1860, an mehreren Stellen.

graphischen Aufnahme des Mondes lernen. Bekanntlich ist der Krater des Kilauea von zwei solchen Kesselbrüchen, dem Kilauea Iki und dem Keanakakoi, begleitet, und Mauna Loa zeigt Ähnliches. Ich will nicht behaupten, dass nicht z. B. bei Magirus oder Clavius und anderen der sogenannten Wallebenen Neison's Unregelmässigkeiten des Umrisses eintreten, aber anderseits sieht man gerade auch in Clavius im Norden wie im Westen am Innenrande kleinere Krater, welche selbständige Wälle gegen die Tiefe des Clavius besitzen. An der Westseite des Maurolycus sieht man z. B. deutlich eine Bresche durch Absitzen des Kraterrandes, welche kein Kesselbruch ist, und solches Absitzen scheint häufig vorhanden zu sein. Der Mangel oder doch die grosse Seltenheit solcher seitlicher Kesselbrüche würde eher als ein Unterschied der Mondkrater von jenen des Hawaii-Typus hervorzuheben sein.

V. Von den durch Neison unterschiedenen Gruppen lunarer Gebilde sind, vorausgesetzt dass die bisher hier versuchten Vergleiche richtig sind, die als Mare, Palus und Lacus bezeichneten »Formationen« als grosse Aufschmelzungsherde anzusehen.

Alle bisher besprochenen Gebilde haben die folgenden Merkmale gemein:

1. den in der Regel kreisförmigen, selten elliptischen, noch seltener unregelmässig elliptischen Umriss,

2. einen sehr deutlich sichtbaren Wall, welcher aussen flach, wie durch Überguss gebildet, innen steil und zuweilen in unregelmässige Stufen getheilt ist,

3. einen wohl umgrenzten, ebenen oder leicht gewölbten Boden.

Nur auf diese Berge möchte ich den Namen Krater einschränken. Sie umfassen Neison's Wallebenen, Bergringe, Ringebenen und Kraterebenen. Sie lassen sich nach Dana's Vorgang mit den irdischen Vulcanen vom Hawaii-Typus vergleichen und entfernen sich von denselben nur:

1. durch den noch weit grösseren Radius,

2. durch die tiefe Lage des Bodens unter dem mittleren Niveau der äusseren Umgebung,

3. durch die Seltenheit begleitender Kesselbrüche.

Es ist auch Grund anzunehmen, dass die Laven dieser Krater ein weit geringeres specifisches Gewicht, als jene von Hawaii besitzen, welche spec. Gew. 3·3, folglich fast das volle Gewicht der Mondmasse zeigen und zu den schwersten Felsarten unserer Erde gehören.

Die Oberfläche des Mondes besitzt aber noch mannigfaltige Gestaltungen, welche nach meiner Ansicht von den bisher erwähnten gänzlich verschieden sind, und zum Theile innerhalb, zum Theile ausserhalb der Krater stehen.

Ptolemaeus zeigt (LW. und PW.) eine weite, im Ganzen ebene Lavafläche; in derselben liegt gegen Nord, vereinzelt, der sogenannte »Krater *A*«, eine kreisrunde Öffnung auf einer rings abfallenden kegelförmigen Höhe. Knapp nördlich davon sieht man eine »tassenförmige« Vertiefung der Lavafläche.[1]

Das ist etwas ganz anderes, als die bisher betrachteten Krater. Nicht nur ist der Radius viel kleiner; die Kegelfläche ist anders gebaut, regelmässiger als die Kraterwälle, die Kante der Öffnung scheint scharf und ohne grössere Scharten zu sein; einen Boden kann man nicht erkennen. Auf einem irdischen Schlackenfelde würde man sagen, es sei eine grosse Dampfblase hier aus der Lava entwichen, und die tassenförmige Vertiefung würden wir als Nachsackung bezeichnen.

Zuweilen stehen zwei solche Öffnungen von ein wenig geringerem Durchmesser scharf getrennt knapp neben einander, wie z. B. südöstlich von Archimedes nahe dem Rande des Mare Imbrium.

Zuweilen scheint es, als würden durch das Zusammentreten zweier Öffnungen wahre 8-Formen gebildet werden; ich weiss nicht ob ich nach Prinz, Pl. III Copernicus $A$ und $A_1$ hieher zählen darf und wäre eine genaue Angabe über die Trennung oder volle Vereinigung dieser beiden Öffnungen und ähnlicher Zwillingsbildungen erwünscht.

Am südwestlichen Rande von Albategnius, oben auf dem Walle in der Nähe von *E* scheint es sogar als würden drei Öffnungen zusammentreten.

---

[1] Weinek, Anzeiger Akad. Wiss. Wien, 12. April 1894, S. 105.

In anderen Gegenden, wie in Clavius, stehen solche Öffnungen in grosser Zahl, doch getrennt, beisammen, und hier erscheinen auch neben ihnen wahre Krater mit breitem Walle, mit flachem Boden und Centralbergen.

Diese blasenähnlichen Öffnungen sind alle bisher als Krater bezeichnet worden, Neison nennt sie sogar »echte Krater«, aber ich bin nicht sicher, ob man ihnen diese Bezeichnung geben sollte.

Man sieht ganz deutlich, wie an dem Ostrande von Albategnius (P. W.) der grosse Krater *A* den Wall des Hauptkraters unterbricht. Bei Bildung von *A* muss ein Theil des Hauptwalles von Albategnius sei es durch Aufschmelzung, sei es durch Ausbruch zerstört worden sein. Der neue Wall von *A* greift in das Lavafeld des Kraterbodens von Albategnius hinein, und der Centralberg von *A* liegt dort, wo der Wall von Albategnius sich einst befand. Alle diese Krater aber, Albategnius wie der genannte Krater *A*, oder Barocius und Barocius *b*, welche ganz dasselbe Verhältniss zeigen und überhaupt alle jene Gebilde, welche einen flachen Boden erkennen lassen, und von welchen gerade die kleineren am häufigsten sogenannte Centralberge zeigen, hinterlassen den Eindruck, als seien sie das Erzeugniss einer länger dauernden vulcanischen Thätigkeit. Jeder derselben hat einen selbstständigen Wall, zuweilen, wie wir eben sahen, auf den Lavaboden eines älteren Kraters aufgebaut, und dieser Wall mag wohl nicht ohne wiederholtes Überfliessen gebildet sein.

Die hier unterschiedenen blasenförmigen Öffnungen aber, als deren Typus ich Ptolemaeus *A* angeführt habe, deuten vielmehr auf Entstehung durch eine einmalige Explosion. Dieser Eindruck würde wesentlicher gestärkt werden, wenn es erwiesen wäre, dass wahre Zwillinge oder gar Drillinge dieser Art ohne einen bis an die Mondoberfläche reichenden, trennenden Wall vorhanden seien.

Diese Öffnungen sind in sehr grosser Anzahl in vielen Theilen der Mondoberfläche vorhanden. Ihr Durchmesser mag bis 15 oder gar 18 *km* steigen. Ihr Rand ist stets auffallend scharf und ein wenig kegelförmig gleichsam aufgezogen, wie man das namentlich sieht, wo sie wie Maurolycus *A* in eine

Ebene übergreifen.[1] Es scheint in einigen Fällen, als sei ein Rücken, ähnlich einem Lavastrom hervorgetreten.

Alle diese Erscheinungen bilden Aufgaben der weiteren Forschung. Es ist aber schon vor langer Zeit, z. B. schon von Humboldt und von Dana, erinnert worden, dass die Entweichung elastischer Dämpfe auf dem Monde unter ganz anderen Verhältnissen vor sich gehen mag, als auf der Erde. Das geringe Gewicht der Lavamasse, die Temperatur der Mondoberfläche, endlich der ausserordentliche Durchmesser einzelner Lava-Seen mussten Verhältnisse schaffen, welche von jenen der Erde wesentlich verschieden waren.

Es wäre ein Fortschritt, wenn für diese Gruppe von Vorkommnissen ein selbstständiger Name geschaffen würde.

Die sogenannten Centralberge der linearen Vulcane sind theils als Quellkuppen im Reyer'schen Sinne und theils als Spratzformen angesehen worden. Vielleicht trennen sich in der Natur diese beiden Vorkommnisse nicht so scharf, als zuweilen vermuthet wird.

Im Frühjahre 1891 hatte ich Gelegenheit mit einigen Freunden die Bildung eines Ausbruchskegels in der Mitte des Feuersees zu verfolgen, welcher im Inneren des damaligen sogenannten kleinen Vesuvkraters entstanden war.[2] Mitten in dem Feuersee stand ein kleiner Kegel über der Mündung der Esse.

Wir sahen deutlich die Lava in der Esse aufsteigend; kopfgrosse Blasen von Dampf entwichen und in Zwischenräumen von je 6—8 Secunden erfolgte aus dem Kegel eine Explosion, bei welcher eine hohe Garbe von heissen Fladen von Lava ausgeworfen wurde. Viele derselben nahmen einen entfernteren Flug, andere fielen in den Feuersee oder auf den Kegel. Dazwischen aber rieselten an der Aussenseite des Kegels kleine Bäche feuriger Lava herab, alle Schollen und Fladen verkittend. So ist dieser Kegel zugleich eine Spratzfigur gewesen und eine Überguss- oder Quellkuppe. Die Gestalt der Centralberge des Mondes scheint eine recht unregelmässige zu sein; auch Spratz-

---

[1] Ich erinnere an die Schilderung der Entstehung der Hornitos in Felix und Lenk, Beitr. zur Geol. und Pal. von Mexico, I, S. 29, 30.

[2] G. v. Rath, Zeitschr. deutsch. Geol. Ges. 1871, S. 717, Taf. XVIII.

kegel bilden grosse unerwartete Rücken und Ausläufer; sie zeigen nicht immer Öffnungen an ihrem Scheitel, und die Thatsache, dass auf der Höhe der Centralberge des Mondes grosse Öffnungen nicht sichtbar sind, ist nicht ein Argument gegen solche Entstehungsart.

Zu den zartesten Darstellungen, welche wir von Theilen des Mondes besitzen, gehören ohne Zweifel die LW-Bilder aus dem Kratergrunde von Capella und von Taruntius *c*, einer kleinen, dem Südwalle von Taruntius aufsitzenden Ausbruchstelle. Sie sind um so werthvoller, als sie dieselben Objecte in zweifacher Beleuchtung bieten.[1] Capella zeigt mehr oder minder kreisförmige Öffnungen, wie es scheint, kleine Ausbruchsmündungen von 500 *m* und darunter, an verschiedenen Stellen auf der Höhe der centralen Erhöhung, an ihrer Seite und zerstreut gegen den Rand hin. Dazwischen laufen feine Rillen. Ähnlich ist die Beschaffenheit des Bodens von Taruntius *c* mit einer centralen Öffnung von etwa 250 *m*. So weit ist die Technik der Darstellung vorgeschritten. Diese Bilder mögen wohl Schlackenfeldern entsprechen, welche von einzelnen Eruptionscanälen durchbrochen sind.

VI. Obwohl es verständlich ist, dass Öffnungen, welche durch das Entweichen von Gasen gebildet werden, bis zu den kleinsten Dimensionen herabsinken können, haben doch die genauesten Kenner des Mondes, wie ich glaube mit Recht, eine Gruppe kleinerer Bildungen als »kleine Krater« und »Kratergruben« abgeschieden. Ohne in Einzelheiten einzugehen, will ich erwähnen, dass auf dem Monde kleinere Vertiefungen mit undeutlichem oder fehlendem Walle und unkennbarem Grunde vorhanden sind, welche für den Geologen darum ein besonderes Interesse besitzen, weil sie in mehreren Fällen in unzweifelhafter Weise mit Spalten in Verbindung sind. Sie verrathen hiedurch, dass sie nicht durch Aufschmelzung entstanden und dass ihnen eine gewisse Verfestigung der lunaren Lithosphäre vorangegangen ist. An den Abhängen grosser Vulcane, wie des Aetna, ist es keine seltene Erscheinung,

---

[1] Anzeiger Akad. Wiss. Wien, 6. Juli 1893, S. 185—180. Abbildung in Public. Lick Observ. 1894, III, p. 107.

dass eine radiale Spalte sich öffnet und dass auf derselben während des Ausfliessens der Lava, zumeist von oben nach abwärts, zwei oder drei, wohl auch ein halbes Dutzend oder noch mehr sogenannte Adventiv-Krater gebildet werden. Diese sind es, welche den höheren Theilen des Aetna bei Sonnenaufgang so grosse Ähnlichkeit mit dem Monde verleihen.

In den ersten Tagen des Monates September 1783 öffnete sich westlich vom Skaptar Jökull auf Island eine lange Spalte, und zwar nicht als Radialspalte eines Hauptkraters, sondern als ein Glied jenes Systems von Spalten, welches, einer bogenförmigen Senkung folgend, nach Thoroddsen's Beobachtungen quer durch ganz Island zieht. Diese Spalte ist geradlinig und verläuft von Nordost gegen Südwest. Helland hat sie genauer beschrieben. Da die Spalte den aus älteren vulcanischen Felsarten bestehenden Berg Laki durchscheidet, nannte er sie die Laki-Spalte. Helland verfolgte sie auf die Länge von 20 *km* und hat auf dieser Strecke etwa 30 bemerkenswerthe Kraterkegel unterschieden, von denen allerdings der höchste nur 150 *m* erreicht. Diese Kraterkegel sind durch Aufschüttung von Schlacke und Asche gebildet; aus ihren Öffnungen, sowie aus der Spalte selbst hat sich eine ungeheure Lavamasse ergossen.[1]

Seither hat Thoroddsen diese entlegene Gegend besucht; er verfolgte die Spalte auf etwa 30 *km* und fand, dass sie gegen NO unter den Eisfeldern des Skaptar Jökull verschwindet. Thoroddsen gibt, indem er kleinere Ausbruchstellen mitrechnet, die Gesammtzahl derselben auf etwa ein Hundert an; die Menge der 1783 hervorgetretenen Lava schätzt er auf $12 \cdot 3\, km^3$.[2]

Die Oberfläche des Mondes enthält Bildungen, welche sehr an die Laki-Spalte erinnern; Jul. Schmidt pflegte sie als Kraterrillen zu bezeichnen. Unter den neueren Aufnahmen ist besonders jene (L W.) der Kraterrille bemerkenswerth, welche schräge an dem südlichen Fusse von Ptolemaeus hinzieht, und wenigstens

---

[1] Am. Helland, Lakis Kratere og Lavaströmmen; Universit. Programm for 2. Sem. 1885; Kristiania, 1886.

[2] Th. Thoroddsen, Reyse i Vester Skaptafells Syssel paa Island i Somm. 1893; Geogr. Tidskr. Kjöbenhavn, XII, 1893—94, p. 167 u. folg.

acht auf einer geraden Linie liegende Ausbruchstellen umfasst.[1] Eine andere Kraterrille mit mindestens sieben Ausbruchstellen von verschiedener Grösse zieht sonderbarer Weise schräge über den südöstlichen Wall von Albategnius (PW). Die Kraterrillen sind nicht eben selten.

Während die Verbindung mit Spalten ausser Zweifel steht, ist es mir für jetzt unbekannt, ob auf Kraterrillen mit Bestimmtheit Kegel bekannt, oder ob nur Trichter vorhanden sind. Hier liegt eine weitere Aufgabe für Beobachter. Es handelt sich darum zu entscheiden, ob, wie auf der isländischen Spalte, Aufschüttung eingetreten ist, oder ob die lunaren Kraterrillen nur Durchbohrungs-Maare und jene Erscheinung bieten, welche Daubrée in seinen ausgezeichneten Untersuchungen über explodirende Gase als »cônes d'arrachement« bezeichnet hat.[2]

Eine Anzahl anderer Öffnungen findet sich zwar gleichfalls in unzweifelhafter Verbindung mit Spalten, aber die Stellung zu denselben ist eine andere. Die Rillen zwischen Hyginus und Triesnecker, welche kürzlich von den Herren Loewy und Puiseux besprochen worden sind, zeigen kleine runde Gruben, welche für Explosionstrichter gehalten werden könnten, an den Punkten des Zusammentreffens solcher Linien.[3] Die schönen neuen PW-Darstellungen zeigen Hyginus selbst auf der grossen Hyginus-Rille, die gegen West wie gegen Ost Erweiterungen besitzt, welche entweder Explosionstrichter oder Abstürze in die Kluft oder durch Explosion veranlasste Abstürze sein dürften.

Es ist sehr auffallend, dass quer über die Ariadaeus-Kluft einige höhere Rücken ziehen (PW), von welchen einzelne von der Kluft durchschnitten zu sein scheinen, andere jedoch nicht; dies gilt namentlich von der Gegend südlich von der Scharte in Julius Caesar und bis gegen Silberschlag. Hier

---

[1] Weinek, Anzeiger Akad. Wiss. Wien, 12. April 1894.

[2] Daubrée, Rech. exp. sur le Rôle possible des Gaz à hautes températures, doués de très fortes pressions, et animés d'un mouvement fort rapide dans divers Phénomènes géolog.; Bull. soc. géol. 1891, 3e sér., XIX, p. 313 bis 354; Comptes-rend. 24. Nov. 1890 u. folg.

[3] Loewy et Puiseux, Études photogr. sur quelques portions de la surface lunaire; Comptes-rend., 26 Nov. 1894, p. 875—880.

ergäbe sich vielleicht die Möglichkeit, zu ermitteln, ob wirklich Lavaströme von grösserer Länge auf dem Monde geflossen sind.

VII. Der Zweck dieser Zeilen ist, wie anfangs erwähnt wurde, nur die Stellung einer Anzahl von Fragen und Aufgaben, deren Lösung für eine genauere Vergleichung der Oberfläche des Mondes mit jener der Erde erwünscht wäre. Bei der Besprechung des Gegenstandes ist hervorgetreten, dass ausser dem Relief des Mondes auch die Färbung von Bedeutung ist, und dass zwei Gruppen kreisförmiger Öffnungen zu unterscheiden sind, nämlich solche, die durch Aufschmelzung und andere, zumeist kleinere, welche durch Explosion entstanden zu sein scheinen.

Nun möchte ich folgende Wünsche aussprechen:

1. Einige Beobachter[1] erwähnen des Umstandes, dass die hellen Streifen, namentlich bei Tycho, auf Photographien eine Wirkung zeigen, welche von dem optischen Eindrucke verschieden ist. Bei den besonderen Schwierigkeiten und den vielen Zweifeln, welche gerade mit dieser Sache verbunden sind, würde es sich empfehlen, derselben Aufmerksamkeit zu widmen. Auch könnte man bei hoher Beleuchtung die photographische Wirkung von Stoffen, wie weisser Alaunerde aus der Solfatara, gebleichtem Trachyt von Olibano, dann lockeren weissen, weissgelben und hochgelben Schwefelblumen, ferner von weisser Asche von Vulcano und von weissem Bimsstein vergleichen.

2. Der Bau des Alpenthales und insbesondere seiner westlichen Hälfte ist von solcher Bedeutung für das Verständniss der Beschaffenheit der grossen Schlackenfelder, dass der Ermittelung der Einzelheiten nicht genug Sorgfalt zugewendet werden kann. Hier müssen wir lernen, ob die Schollen eine gegenseitige Verschiebung erlitten haben.

3. Eine ebenso hohe Bedeutung für Fragen von anderer Art hat das Studium von Wargentin. Leider ist seine Lage eine ungünstige, aber gerade dieser Krater mit seinem während des Überfliessens erstarrten Lavasee bietet die Gelegenheit zu Beobachtungen, welche in keinem zweiten Falle möglich sind.

---

[1] Z. B. Neison, Der Mond. Deutsche Ausg., S. 299.

4. Zwischen den Aufschmelzungskratern mit flachem Boden einerseits und den kleinen Explosionsöffnungen anderseits befinden sich zwei zweifelhafte Typen. Der eine, wie Alpetragius, scheint eine gewisse Ähnlichkeit mit der vesuvianischen Structur zu besitzen; eine genaue Ermittelung des Neigungswinkels, der Beschaffenheit der centralen Öffnung und anderer Einzelheiten ist erforderlich. Der zweite Typus umfasst die Öffnungen wie Ptolemaeus *A*, welche hier mit Blasen verglichen worden sind, und deren Grund in der Regel unbekannt ist. Hier wäre auf Zwillingsbildungen und auf die Art zu achten, wie in der Tiefe die Zwillinge sich trennen.

5. Die grosse Mehrzahl der auf Spalten stehenden Öffnungen scheint einen Wall kaum zu besitzen; es wäre von Bedeutung, zu wissen, ob nirgend ein etwas höherer Kegel über einer Spalte steht, d. h. ob Aufschüttung stattgefunden hat. Ebenso wäre auf den grösseren Spalten festzustellen, ob irgend ein Rücken wirklich ununterbrochen in solcher Weise die Kluft durchquert, dass ein jüngerer Lavastrom angenommen werden könnte.

Wir befinden uns an der Schwelle; jede neue Aufnahme irgend eines Theiles des Mondes bringt neue Aufschlüsse und neue Fragen. Die Anwendung der verbesserten Methoden der Beobachtung hat kaum begonnen und dennoch ist ihre Bedeutung für die Erforschung der Erde bereits deutlich bemerkbar.

Die Frage, ob vulcanische Essen durch Aufschmelzung oder ob sie auf Dislocationen entstehen, hat in den letzten Jahren Discussionen hervorgerufen. Der Mond zeigt beide Entstehungsarten neben einander. Auch auf der Erde sind beide sichtbar. Wer aber von den thätigen Vulcanen zurückschreitet zu jenen ausgedehnten Massen eruptiver Felsarten, welche die Abtragung der Gebirge blosslegt, wer die Contacthöfe der Granitmassen, die Umrisse der letzteren und die sie umschwärmenden Apophysen betrachtet, mag sehen, in welchem ausgedehnten Masse Aufschmelzung von unten her innerhalb der äusseren Theile des Erdkörpers zu den verschiedensten Zeiten erfolgt ist, oft freilich ohne die Oberfläche zu erreichen. Die weiteren Fragen, ob solche Aufschmelzung durch Gebirgs-

faltung erleichtert, oder ob auf andere Weise entstandene Essen durch Aufschmelzung erweitert werden, und ob der erwähnte Lavasee im Adventivkrater des Vesuv von 1871 nicht ähnliche Erscheinungen bot, wie Kilauea, kommen für jetzt nicht in Betracht. Wohl aber darf man im Angesichte der ausgedehnten granitischen Stöcke die Vermuthung wagen, dass in früheren Phasen der Erdgeschichte Aufschmelzung und auch Durchschmelzung der Lithosphäre häufiger vorgekommen sind, und dass mit der Verstärkung der Lithosphäre diese weiten Essen seltener, dafür Dislocationen, enge Essen und Explosionen häufiger geworden sind.

Eine Wanderung, welche ich nach gütigen Anweisungen des Herrn Dir. Credner, die kaum übertroffene geologische Karte Sachsens in der Hand, unter der Führung des Verfassers dieses Theiles der Karte, Dr. Beck, im Jahre 1893 in mehrere Granitstöcke des Erzgebirges gemacht habe, hat mir deutlicher als je zuvor eingeprägt, einen wie geringen Bruchtheil der vulcanischen Thätigkeit des Erdkörpers etwa Vesuv oder Ätna uns vorführen. Strenge würde zu scheiden sein: der Ausdruck »Batholith« für eine stock- oder schildförmige Durchschmelzungsmasse, welche mit fortschreitender Abtragung entweder den Querschnitt hehauptet oder breiter wird, bis in die »ewige Teufe«, und der Ausdruck »Lakkolith« für einen seitlich eingedrungenen Kuchen, welcher mit der Abtragung zwar anfangs breiter werden mag, aber dann verschwindet.

Die Experimente des Herrn Prof. Reyer haben werthvolle Aufschlüsse über die mechanischen Vorgänge bei dem Aufdringen einer eruptiven Felsart gegeben.[1] Die erweiterte Fassung, welche Herr Michel Lévy diesen Resultaten gab, indem er die Aufschmelzung der Salbänder gleichzeitig zur Geltung brachte, bezeichnet einen wesentlichen Fortschritt.[2] Vielleicht mag auch das Studium des Mondes dazu beitragen, um uns schrittweise zu einer immer genaueren Erkenntniss der Sachlage zu führen.

---

[1] E. Reyer, Geolog. und geograph. Experimente; II. Heft: Vulcanische und Massen-Eruptionen; 8⁰, Leipzig, 1892.

[2] Michel-Lévy, Contrib. à l'Étude du Granite de Flamanville; Bullet. du Service de la Carte Géol. de France; 1893, V, p. 39.

Dann erst wird es möglich sein, auf der Erde und dem Monde die gleichen Phasen vulcanischer Thätigkeit genauer zu erkennen. Diese Phasen werden wahrscheinlich in einander übergreifen, d. h. Typen einer früheren Phase werden in einer späteren, wenn auch seltener, erscheinen. Nur in diesem Sinne können folgende Phasen und Beispiele angeführt werden:

1. Aufschmelzung grosser Flächen (Mare Serenitatis; unsichtbar auf der Erde).

2 *a.* Aufschmelzung ohne Erreichung der Oberfläche (Batholithen; Granite des Erzgebirges; nicht kennbar auf dem Monde).

2 *b.* Aufschmelzen von Herden von kleinerem Durchmesser; ruhiges Wallen der Lava (Hawaii, Ptolemaeus, Wargentin).

3. Spaltenbildung, engere Essen, rhapsodische Explosion (Laki-Spalte, Vesuv, Durchbohrungsmaare der Eifel, Kraterrillen, Hyginus).

Endlich als örtliche Folge einzelner Ausbrüche die einzelnen Phasen der Fumarolen, auf der Erde bei 2 *b* und einem Theile von 3, auf dem Monde mir bisher nur vermuthungsweise und nur bei 2 *b* bekannt.

Im Grossen stellen diese Phasen zugleich die fortschreitende Verstärkung der tellurischen wie der lunaren Lithosphäre dar.

---